

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

Cited document 2

(11)Publication number : 06-219114
(43)Date of publication of application : 09.08.1994

(51)Int.Cl.

B60C 23/06

(21)Application number : 05-034079
(22)Date of filing : 29.01.1993

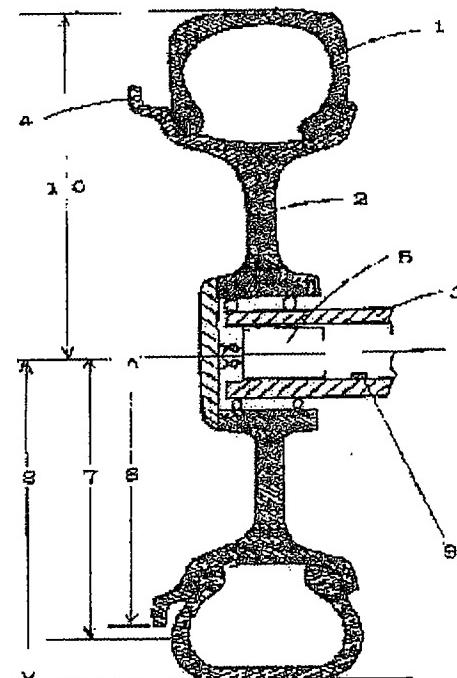
(71)Applicant : RAILWAY TECHNICAL RES INST
(72)Inventor : ODA KAZUHIRO
KAMISHIRO KUNIO

(54) TIRE INTERNAL PRESSURE DETECTOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To enable monitoring or continuous measurement of tire internal pressure safely at low cost without placing a device in a part to rotate at high speed and without increasing weight by using a wheel rotating speed sensor or the like being an existing brake device in order to detect the tire internal pressure of a levitation type railway rolling stock where there exists even a case such as traveling at the highest speed when a mechanical brake is used.

CONSTITUTION: Informations (ω) from respective wheel rotating speed sensors of four wheels of a single bogie are compared with each other, and internal pressure is detected from an increase in the (ω) caused by a decrease in a rolling radius of the wheels whose internal pressure is decreased. A wheel rolling radius is found by operation on V/ω by this and information V from vehicle speed, and the individual wheels of not more than a control limiting rolling radius 7 are judged as a decrease in the internal pressure. The internal pressure is also estimated as a continuous quantity from the relationship between bending of a tire and the internal pressure under the load condition after an uneven load of a vehicle by combining the rolling radius and information of a load gauge 9.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-219114

(43)公開日 平成6年(1994)8月9日

(51)Int.Cl.⁵

B 60 C 23/06

識別記号

府内整理番号

A 8711-3D

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3 FD (全9頁)

(21)出願番号 特願平5-34079

(22)出願日 平成5年(1993)1月29日

(71)出願人 000173784

財団法人鉄道総合技術研究所

東京都国分寺市光町2丁目8番地38

(72)発明者 小田 和裕

東京都国分寺市光町二丁目8番地38 財団
法人鉄道総合技術研究所内

(72)発明者 神代 邦雄

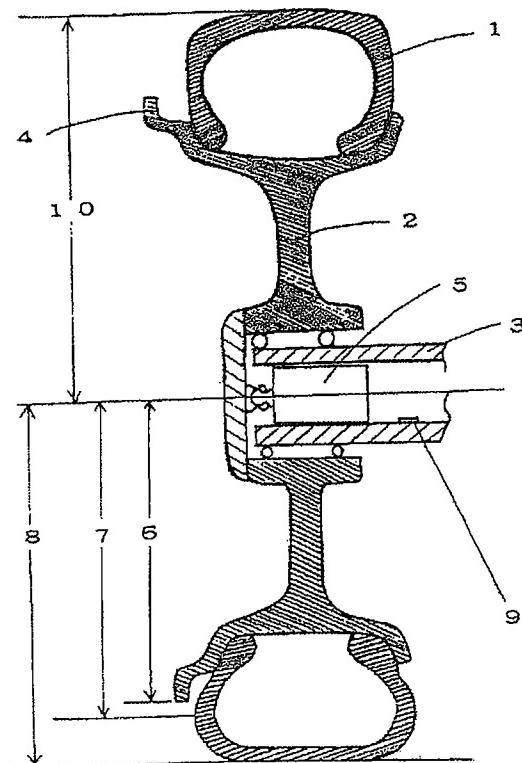
東京都国分寺市光町二丁目8番地38 財団
法人鉄道総合技術研究所内

(54)【発明の名称】 タイヤ内圧検知装置

(57)【要約】

【目的】 機械ブレーキ時では最高速度500km/hで走行する場合もある浮上式鉄道車両のタイヤ内圧を検知するため、既存ブレーキ装置である車輪回転速度センサー等を利用することで、高速で回転する部分に装置を置かず安全かつ、重量増加を招かず低コストでタイヤ内圧の監視又は連続計測を可能とする。

【構成】 1台車の4車輪の各車輪回転速度センサー5からの情報 ω の比較を行い、内圧低下車輪の転動半径低下による ω の増大から内圧を検知する。また、これと車両速度からの情報Vで V/ω の演算で車輪転動半径を知り管理限界転動半径7以下になった個々の車輪を内圧低下と判断する。また、前記転動半径と荷重ゲージ9の情報と組合せで車両の荷重変化後のその荷重条件下でのタイヤ撓みと内圧の関係から内圧を連続量として推定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 タイヤ内圧検知装置において、空気式タイヤの内圧の低下を検知するために直接的に圧力を計測する手段に代えて、各車輪それぞれの車輪回転速度を計測する手段と、前記計測手段の計測値を管理値と比較する手段と、前記比較手段の比較出力に応じてタイヤ内圧の低下の警報を発する手段と、を具備したことを特徴とするタイヤ内圧検知装置

【請求項2】 タイヤ内圧検知装置において、空気式タイヤの内圧の低下を検知するために直接的に圧力を計測する手段に代えて、車両速度及び各車輪それぞれの車輪回転速度を計測する手段と、前記計測手段の計測値からタイヤ転動半径を演算する手段と、正規内圧時の車輪荷重のない場合のタイヤ転動半径との差を撓み量とし、前記演算手段の結果が、予め定めたタイヤ撓み量以上となるとタイヤ内圧が管理すべき値以下に低下したと判断する手段と、前記判断手段の判断結果に応じてタイヤ内圧の低下の警報を発する手段と、を具備したことを特徴とするタイヤ内圧検知装置

【請求項3】 タイヤ内圧検知装置において、車輪荷重が静止時ないし巡行走行時から曲線走行や加速、減速時などで各車輪で偏りを生ずる場合にも、空気式タイヤの内圧の低下を検知するために直接的に圧力を計測する手段に代えて、車両速度及び各車輪それぞれの車輪回転速度を計測する手段と、前記計測手段の計測値からタイヤ転動半径を演算する手段と、各車輪の上下方向荷重を計測する手段と、を併設することで、それぞれの偏荷重条件下の車輪荷重の場合のタイヤ内圧変化とタイヤ撓み量変化の関係からタイヤ内圧の数値を連続的に検知することを可能としたこと、を特徴とするタイヤ内圧検知装置

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、回転中の空気式タイヤの内圧を検知する装置に係わるものである。

【0002】

【従来の技術】 従来空気式タイヤ内圧の検知装置は新交通システム、自動車、航空機の一部で実用に供されている。計測部に電力の要らないダイヤフラムによる機械式圧力スイッチを用いてタイヤ内圧低下状況をタイヤ外部に表示するだけの単一機能のものから、電子回路を設計して計測部に電力を送り、圧力を連続量として検知し環境温度で補正したうえ遠隔地に表示及び警報を発する方式など各種ある。

【0003】これらの方ではタイヤの内圧を直接的に圧力を機械的な表示に変換したり、電気信号に変換する方式の計測器で計測する方法が多く採用されている。そのなかで圧力を信号として取り出す一つの代表的方法は図6に示す如く、気体の物理量である圧力を信号に変換して出力する装置(圧力信号変換器62)を直接ホイールの外周部61を加工して取り付け、センサー部がタイ

ヤ内部の気体に直接暴露するよう設置する方法である。

【0004】これら圧力に関する信号はホイール2の側で発生するため、車体に搭載の信号処理部64へ信号伝送するために回転部から静止部への信号伝送が必要である。圧力信号変換器62からの信号をホイール外周部61に設置したリング状のアンテナ63で無線送信し、車体側の固定アンテナ68で受信することで非接触の伝送方法で回転部より静止部へ伝送している。またこの固定アンテナ68とリング状アンテナ63を使って信号処理部64から圧力信号変換器62の電子回路へ必要な電力を供給する役目もはたしている。

【0005】走行にともなって圧力信号変換器へ加わる振動加速度はその頻度も絶対値も共にバネ・減衰系を介入せず路面から直接伝達されるために大きく、ホイールの回転に起因する遠心力も加わり機械的外乱が大きい。これは車輪の回転半径が大きくなるほど、また回転速度が大きくなるほど顕著になるが、既存の新交通システムや自動車や航空機のタイヤ内圧検知装置には車輪走行速度やホイール外径の大きさに依存する程度の差はあるが、機械的強度、安全性、信頼性の点で避けられない基本的な課題を抱えている。それは、システムを簡素化し、軽量化したいという設計要求と相容れない設計上の制約である。

【0006】具体的には、遠心力に耐える機械的強度を十分にとった圧力信号変換器62を考慮すると重量増加が避けられない。ホイール外周部61に圧力信号変換器62を置くことは質量を回転半径の大きい箇所へ集中的に付加する事になり、回転中心に対し等分布の慣性能率を変化させるため回転運動にたいし悪影響を与えないようカウンターバランスウェイト65を着けるなどの重量増加となる。

【0007】これを避ける方法としては、図7に示す如く慣性質量を小さくするため、質量の大きい圧力信号変換器62およびそのカウンターバランスウェイト65を回転半径の小さなホイール車輪部66に配置し、タイヤ内圧自体をホイール外周部61に加工した空気取り出し口ないし、外部からタイヤに空気や窒素ガスを充填するためのバルブ(充填バルブ67)を利用して空気導管71でホイール車輪部66に設置した圧力信号変換器62まで導き信号に変換する方法である。

【0008】しかし、この方法でも高速で回転するホイール2にタイヤ1以外の質量を附加することは変わらず、空気導管71を遠心力による変形や脱落を生じないようにホイール2に取り付ける必要があり、遠心力・振動への対策が必要で重量増加となる。空気導管71はかえって、飛来物などとの衝突で破損した場合に、タイヤ内圧低下の2次災害の発生原因となる恐れがある。

【0009】また、特に、浮上式鉄道に既存のシステムを使用する場合、浮上式鉄道の車輪はその近傍に搭載した超電導磁石の発生する3000ガウス程度の定常磁場

と±50ガウス程度の変動磁場の中に置かれるため、新交通システムや自動車や航空機で使用されている様な、回転するホイールから静止部分へ電気信号を授受するため図6で示すようなホイール外周部61に設置する方式のリング状アンテナ63では、浮上式鉄道の場合には電磁ノイズが正しい圧力信号に重複し、タイヤ内圧を表わす電気信号を正確に伝送できない。

【0010】この改善策として図7に示す如く、誘導用コイル72を近接して対面させて配置し、環境の電磁ノイズよりも強い電磁誘導を誘導用コイル72に生じさせることにより信号を授受する方法がある。

【0011】しかしこの方法でも、高い振動加速度に常に曝されるホイール2の側に電子部品を内蔵する圧力信号変換器62を取り付けるため信頼性、機械的疲労等に課題が残る。さらに浮上式鉄道の基本ブーキシステムである電気ブレーキ方式に異常が発生した場合、図示は省略した車輪に取り付けたディスクブレーキを500km/hから作動させると、運動エネルギーから変換された熱エネルギーにより車輪部分の環境温度は200°C近くまで上昇するし、航空機では常用するディスクブレーキの使用による発熱で同様な温度条件となる。これに電子部品を内蔵する圧力信号変換器62が耐える様に断熱・耐熱設計を考慮すると電子回路は煩雑となるとともにその容積と重量とも増大することを避けられない。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は、前記事情に鑑みなされ、その目的とするところは、タイヤの内圧低下を検知するために、圧力を直接計測するために高速回転部であるホイールに計測センサーを取り付けることをしないで、タイヤ内圧を他の計測情報から間接的に入手することである。

【0013】

【課題を解決するための手段】 本発明のタイヤ内圧検知装置は、前記目的を達成するために、車両に既に搭載されている車輪ブレーキのロック防止のためのアンチロックブレーキ制御用の車輪回転数センサーよりの車輪回転速度のみからタイヤ内圧の低下を判断したり、車輪回転速度と車両走行速度の情報の組み合わせで車輪転動半径を演算してタイヤ内圧の低下を判断したり、さらに車輪回転速度と車両走行速度情報に車輪の荷重データの情報を加えることでタイヤ内圧の低下の有無を判断するだけでなくタイヤ内圧の数値を連続的に推定することを特徴とする。タイヤ内圧検知という目的を、既存の計測情報から演算するソフトを増設するだけで、新たなるハードウェアを加えず、そのための重量増加を全く生ぜず、回転部から静止部への情報伝送も必要なく信頼度を損なわずに実現した。

【0014】

【実施例1】 本発明の1実施例として図1に浮上式鉄道車両車輪組み立ての断面図を示す。外接補助車輪4は

タイヤ1がパンク時に車両上下方向荷重を支えるもので、外接補助車輪半径寸法6をRsとする。外接補助車輪4の半径寸法Rsに幾らかの余裕を持たせた半径寸法をRaとし、これ以上タイヤが撓と内圧低下状態と判定する管理限界半径寸法7とさだめる。Rbは正規タイヤ内圧で正規車輪荷重がかかった時のタイヤ転動半径寸法8とする。Roは車輪に荷重がかからない場合のタイヤ半径寸法10である。アンチロックブレーキ制御用の車輪回転速度センサー5の出力は、図示は省略したディスクブレーキのブレーキ力制御のため、ないし車輪正常回転の確認のため、車輪走行時は常時出力している。

【0015】図1の場合は航空機と同型の中空車輪3の中に内蔵の光学式回転数パルス発生装置の例をしめしているが、回転速度に一義的に相関する情報を得られ回転部から静止部へのデータ伝送の要らない車輪回転速度センサーならばどんな方法でもどこへ配置しても構わない。例えば速度発電機でもかまわない。

【0016】浮上式鉄道車両の1台車にある4個の支持車輪1位から4位のそれぞれの車輪回転速度センサーの出力を ω_1 から ω_4 とするとそれらの信号を比較し、ばらつきが R_b/R_a の値以上となった車輪に装着されているタイヤを管理値以上に内圧が低下したと判断する。

タイヤ内圧の低下した車輪は同一荷重条件下でも、図4に示す様に撓み量が増大し、車輪転動半径が小さくなり、車両回転速度 ω が他の正常内圧タイヤの車輪回転速度に比べて相対的に増加するためこれは、転動半径に正比例する。例えば R_b が300mmで、 R_a を270mmと定めるなら10%を閾値として、それ以上のばらつきを示す車輪がタイヤ内圧が管理値以上に低下した車輪と判定される。

【0017】前記の条件で車輪回転速度センサーの出力データを縦軸にとり、横軸に時間をとって車輪ディスクブレーキ動作時の場合の出力例を図2に示す。内圧の低下した車輪の車輪回転速度 ω_1 は正常な車輪の車輪回転速度 ω_3 より高く現れる。この速度差が10%以上となると内圧が管理値以上に低下したと判定する。一般にアンチロックブレーキ制御用の車輪回転速度センサーは信号の分解性能が良く、ブレーキ作動状態では、アンチロックブレーキ制御機構の作動で車輪がロックに陥りかけたとブレーキ緩解が自動的におこなわれ、車輪回転速度センサーの出力のそのままの信号はスパイク状の信号を持つ場合がある。その場合はフィルターをかけたり、積分したりの信号演算処理をするか、アンチロックブレーキ制御機構部の演算機能から算出した車輪基準速度を比較し内圧の低下した車輪の基準速度 ω_2 正常な車輪の基準速度 ω_4 に処理された後の情報を利用する。

【0018】車輪ディスクブレーキ動作時以外の通常走行時は車輪回転速度センサーの出力にスパイク状の信号は発生せず、内圧の低下した車輪および正常な車輪のそのままの信号はそれぞれ基準速度 ω_2 および ω_4 に相当

する。

【0019】この方法は、車輪回転速度という常時モニターしている最小の情報でタイヤ内圧の低下を車輪回転速度の或るパラメータとして検知することができる。実施例1の方法は、個々の車輪の回転速度を常時計測しているシステムならば回転速度比較する機能を追加することで新交通システム、自動車、航空機にもそのまま応用できる。

【0020】

【実施例2】地上1次リニア推進方式の浮上式鉄道は車両の推進・制動のために、常に地上に設置した交差誘導無線で車両の速度 V_v を検知しながら走行している。その情報は常に車両に無線伝送されるし、車両でも、説明は省略するが、地上からは独立して速度 V_v を検知するという多点系を採用している。最小限、この内のどれか1系統の車両速度情報を利用することを実施例2に示す。

【0021】車輪回転速度として角速度 ω をとり、接線速度を V とすると、回転半径 R は、 $R = V / \omega$ で与えられる。この演算により車輪の転動半径 R を推定する。この値が図1で示したと同じ、管理限界半径 R_a 以下になると撓み過大でタイヤ内圧が管理値以上に低下したと判断する。

【0022】角速度 ω は車輪回転速度センサーの信号をアンチロックブレーキ制御装置で処理し、スパイク波形のない基準速度情報をとする。一方、車輪ブレーキの作動時は車輪が軌道に対して相対的に滑り、厳密には車輪回転の接線速度 V は車両走行速度 V_v とは一致しない。接線速度 V を極力精度良く演算するためにアンチロックブレーキ制御装置の滑り率の情報を車両の速度 V_v を補正して利用する。なお高速のアンチロックブレーキシステムは標準的に滑り率を補正する機能を有しているが、ない場合には半径演算機能と滑り率補正機能を追加する必要がある。図3にそのプロック図を示す。

【0023】ただし、タイヤ内圧が低い場合や、車輪荷重の小さい場合には、必ずしも、この方式では詳細に内圧を検知することは出来ない。車両が曲線でカントのある区間を設定速度以外で車輪走行すると遠心力とカント角度による重力加速度の傾き成分が釣り合わず1台車に4脚ある車輪のうち右側2車輪が左側2車輪に荷重が偏ることとなる。また、加速中は後側2車輪に、減速中は前側2車輪に、前後方向の加速度のため荷重が偏ることとなる。このような車輪の荷重偏りにより生じたタイヤ撓み増加による車輪転動半径 R の減少か、タイヤ内圧自体の低下が原因の転動半径の減少であるのかが判別出来ないためである。

【0024】しかし、以下の理由で図4に示すごとく、航空機タイヤや浮上式鉄道車両用タイヤ等の高圧・高荷重タイヤは、タイヤ撓みが荷重変動よりも内圧変動に敏感であるため、このように車輪毎に荷重が偏った場合で

も或る閾値を境にタイヤ内圧が管理値以上に低下したと判断する簡易な方法ならば、荷重変動によるタイヤ転動半径の変化は不感帯にはいり実用上の問題はない。

【0025】図4に縦軸にタイヤ撓み量(タイヤの無荷重時の半径 R_0 から撓み量を引けばタイヤ転動半径 R となる。つまり $D = R_0 - R$)、横軸に車輪荷重をとり、タイヤ内圧をパラメータとして一定タイヤ内圧における車輪荷重変化に伴うタイヤ撓み量変化の関係を示す。車輪荷重 L とタイヤ内圧 P の両方の独立した変化によって、タイヤ転動半径 R は変化するが、タイヤ内圧一定とすると、タイヤ撓み量は荷重の1乗に比例すると近似できる。

【0026】自動車のタイヤ内圧は乗用車で 2 kg f/cm^2 程度、大型トラックでも 7 kg f/cm^2 程度、新交通システムで 9 kg f/cm^2 程度で、浮上式鉄道車両のタイヤの内圧は約 21 kg f/cm^2 前後であり、航空機並みの高い内圧のタイヤを使用している。さらに、タイヤ1本当たりの負担荷重でも浮上式鉄道は最大で9tあり、自動車の4倍から10倍程度で浮上式鉄道用タイヤは高荷重である。

【0027】この結果、航空機や浮上式鉄道車両に用いられるタイヤは、図4に示すとおり、正規内圧の条件下で車両の運動や姿勢で予測しうる最大の荷重偏りに対するタイヤの撓み量 D_L よりも、正規荷重条件下で転動半径 R_a に対応するタイヤ撓み D_P の方が大きく、内圧低下に起因しない限り撓み D_P まで車輪転動半径が変化することはなく、実用上はタイヤ撓み量だけでタイヤ内圧低下を判定しても問題はない。

【0028】例えば、浮上式鉄道車両の現設計の最大荷重と基準内圧のタイヤにおいて、これ以上タイヤが撓む内圧低下状態と判定する限界半径 R_a 以下に至るまでの荷重変動は約6tであり、カント区間停止や最大加速、緊急ブレーキによる最大減速を考慮してもこれだけの荷重偏りは発生しない。逆に言えば管理限界半径 R_a までタイヤが撓むのは内圧低下以外では生じない。よって、内圧低下状態と判定する管理限界半径 R_a を閾値として警報を発する単純な方法としてこの実施例2が採用できる。車両速度情報 V_v は、交差誘導無線の信号で車両に伝送されたものでも、車上で独立した方法で得られたものでもよい。

【0029】この演算は各支持車輪毎に独立して行えるので、同一台車内の4脚の車輪のうち複数車輪の内圧低下が同時に発生しても対応可能で、各車輪独立に判定が可能となる。本方式はタイヤ撓みが荷重変動よりも内圧変動に敏感であるタイヤを使用するシステムならば、新交通システム、自動車、航空機にもそのまま応用できる。

【0030】

【実施例3】本実施例はタイヤ内圧を連続数値として推定する方式である。タイヤ転動半径 R はタイヤ内圧 P

に比例することを応用するものである。図4では、タイヤ転動半径Rは車輪荷重Lの1乗に比例することを示したが、同時にタイヤ転動半径Rはタイヤ内圧Pにも比例する。これを図8に分かり易く示す。図4と同じタイヤのデータを縦軸にタイヤ撓み量Dを、横軸にタイヤ内圧Pをとて、車輪荷重Lをパラメータとして、タイヤ内圧Pの変化によってタイヤたわみ量Dがどのように変化するかを示す。タイヤ内圧に対するタイヤ撓み量の曲線は車輪荷重Lで表される。

【0031】特に、タイヤ内圧が規定内圧の±20%の範囲では図8で判るように曲線の傾きはタイヤ内圧Pの1次式、 $\Delta D / \Delta P = aP + b$ で表される。また縦軸との交点Cもタイヤ内圧の1乗に比例する $C = cP + d$ となっている。よってタイヤ撓み量Dは式1で正確に近似できる。ここでa、b、c、dは定数である。

【数1】

$$\begin{aligned} D &= (\Delta D / \Delta P) \cdot L + C \\ &= aLP + bL + cP + d \end{aligned}$$

式1をPに関する式に変換すると、式2となる。

【数2】

$$P = (D - bL - d) / (aL + c)$$

車輪荷重Lの情報は浮上式鉄道車両の低速時の支持脚走行状態の監視・制御のため常時出力しており、そのため図1に示す如く車輪等に設置の荷重ゲージ9から入手することにする。車輪荷重しが分かれれば、式2はDの1次式であり、車輪転動半径Rに対応して撓み量Dは $D = R_0 - R$ で入手できタイヤ内圧Pは簡単な1次式で近似できる。この関係を利用してタイヤ内圧Pを任意の車輪荷重条件下でも正しく推定できる。

【0032】規定内圧の±20%の範囲に関して前記のとおり1次式近似としたが、図8の曲線をPⁿ次式により高次の式で表現し近似することでタイヤ内圧検知範囲を広げることが容易に可能である、nは整数でなくともよい。つまり演算部における内圧を計算する変換式を、 $P = f(D, L)$ で必要なだけ広い検知幅まで近似できる式で表現すればよい。この方法で内圧はタイヤ撓み量とタイヤ荷重から一義的に決定される。

【0033】図5に実施例3のブロック図を示す。更に厳密にはタイヤ内の封入気体の温度が影響し、自動車等の従来のタイヤ内圧検知装置では温度センサーの信号をタイヤ内圧の補正に使用するものもあるが、浮上式鉄道の場合は車輪走行時間が限られた短い時間であり正常走行ではその影響は無視できる。本発明を実施する上で必要により温度補正機能は加えればよい。

【0034】

【発明の効果】 以上説明したように本発明のタイヤ内圧の検知装置は、高速で回転する車輪のタイヤ内圧低下を監視計測するための全ての構成要素が非回転部分にあり且つ既存の信号から演算するため、信頼度が高く、故

障しても新たなる2次災害源とならず安全で、重量増加が防げるという利点がある。またホイールにはなんら加工が不要で、既存のタイヤ内圧検知装置ではホイールに圧力信号変換器を最低でも1個、信頼度を上げるために複数個設置するのに対し本発明では新規ハードウエアの増加は無く低成本で実現できる。単純な仕様としては内圧低下の警報装置として使用でき、また車輪荷重センサーの信号を併せて利用することによって、タイヤ内圧を連続的に計測する用途にも適用できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例を示す浮上式鉄道車両車輪組み立ての断面図

【図2】車輪ディスクブレーキ作動時の回転速度センサーの出力データの例

【図3】車輪転動半径で判定する場合のブロック図

【図4】タイヤ荷重と撓み量の関係を内圧をパラメータとして表現した図

【図5】車輪転動半径と車輪荷重で判定する場合のブロック図

【図6】従来のタイヤ内圧検知装置の組み立て断面図

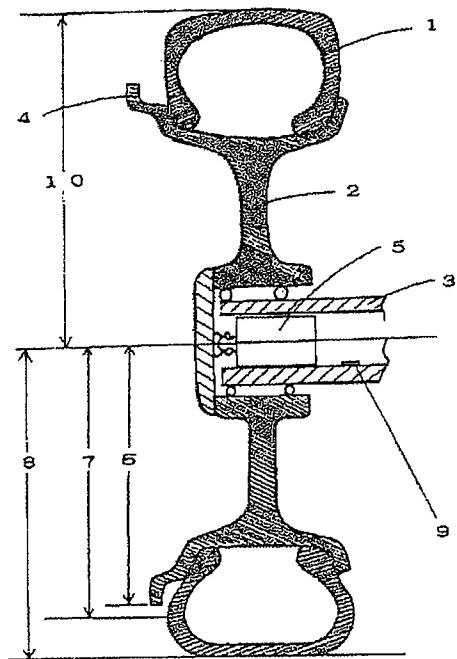
【図7】従来のタイヤ内圧検知装置の遠心力対策を考慮した組み立て断面図

【図8】タイヤ内圧と撓み量の関係を荷重をパラメータとして表現した図

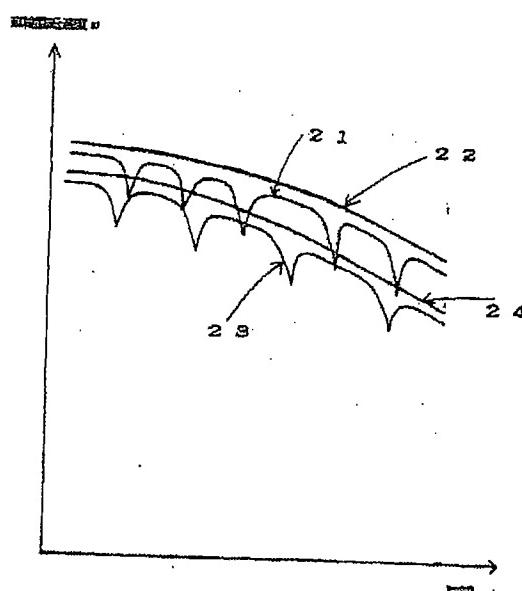
【符号の説明】

1. タイヤ
2. ホイール
3. 車輪
4. 外接補助車輪
5. 車輪回転速度センサー
6. 外接補助車輪半径寸法
7. 管理限界半径寸法
8. 正規荷重がかかった時のタイヤ転動半径
9. 荷重ゲージ
10. 荷重がかからない場合のタイヤ半径寸法
21. 内圧の低下した車輪の車輪回転速度
22. 内圧の低下した車輪の基準速度
23. 正常な車輪の車輪回転速度
24. 正常な車輪の基準速度
41. ホイール外周部
62. 圧力信号変換器
63. リング状アンテナ
64. 信号処理部
65. カウンタバランスウェイト
66. ホイール車輪部
67. 充填バルブ
68. 車体側の固定アンテナ
71. 空気導管
72. 誘導用コイル

【図1】

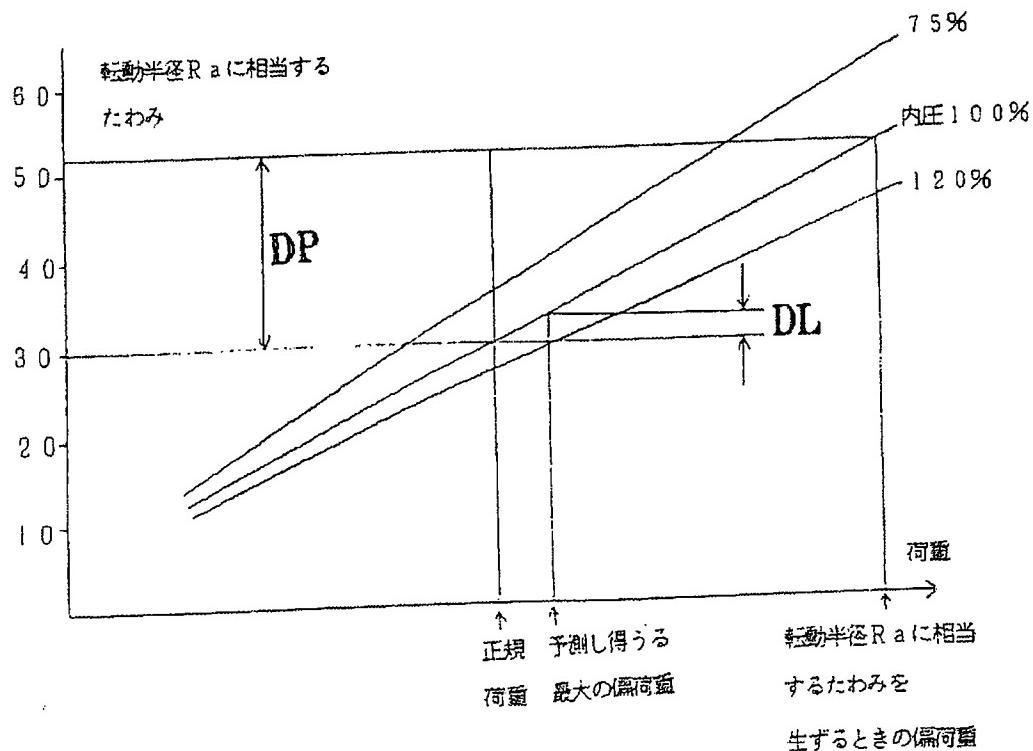


【図2】

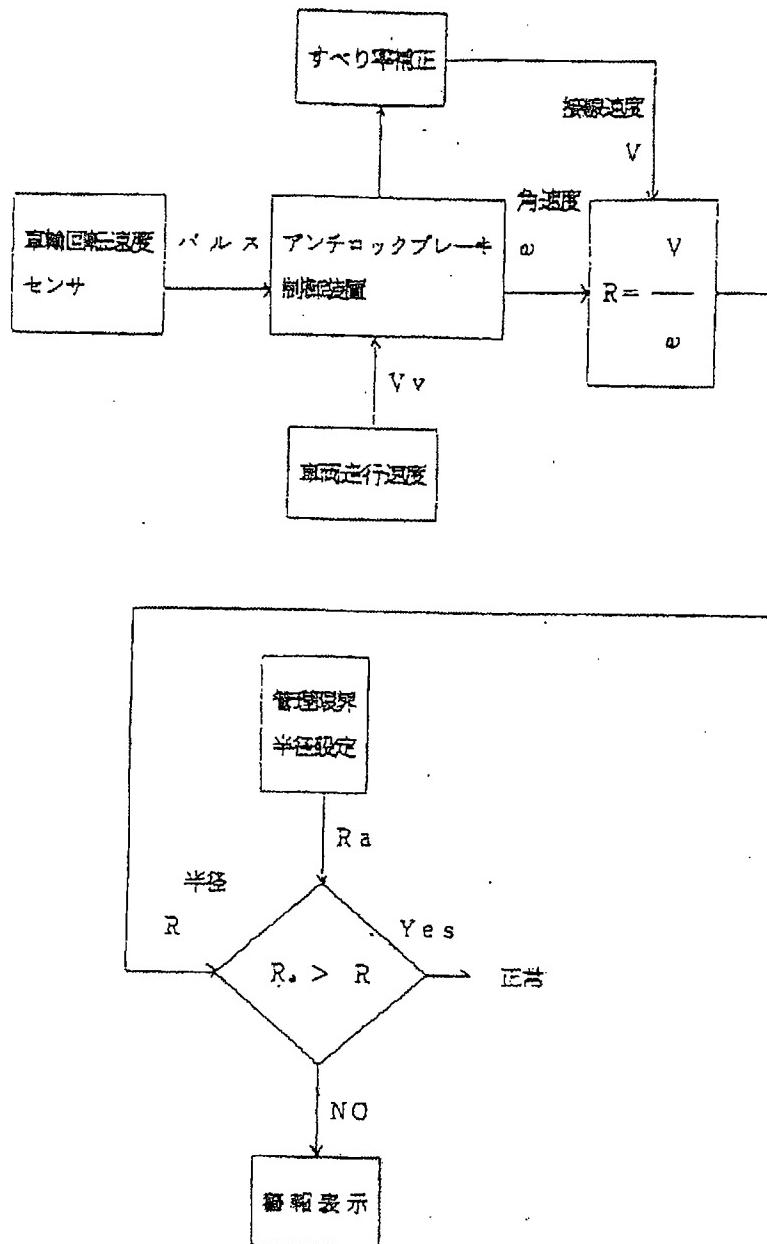


【図4】

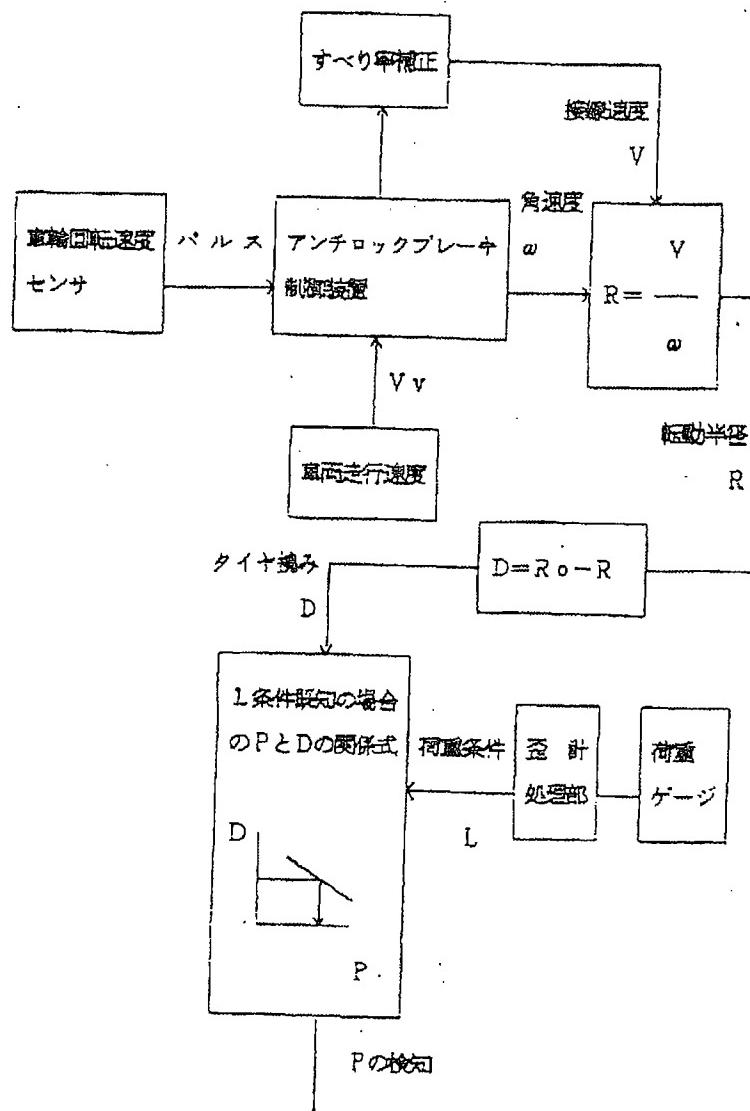
たわみ



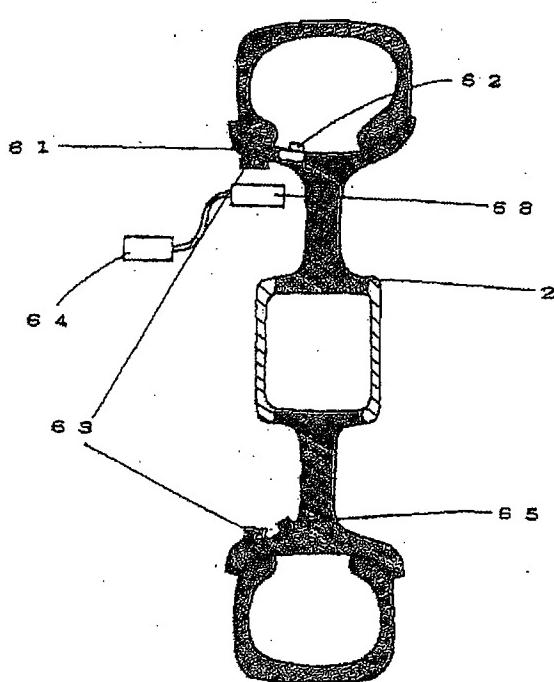
【図3】



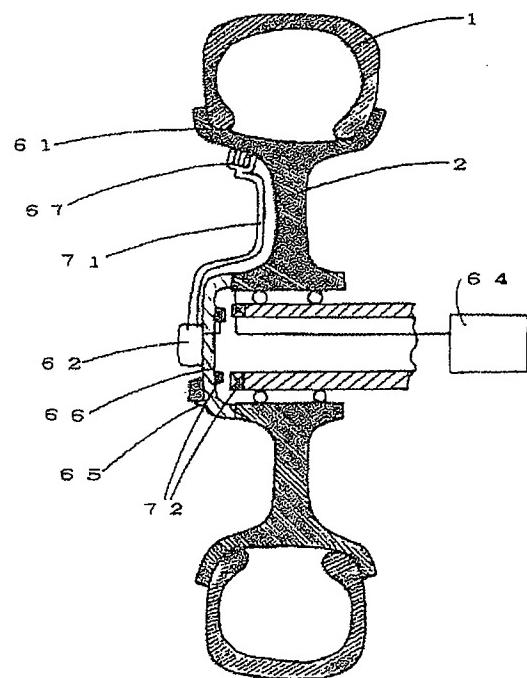
[5]



【図6】



【図7】



【図8】

タイヤ拘み

mm

